

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-210300

(43)Date of publication of application : 02.08.2000

(51)Int.Cl.

A61B 18/00
A61F 7/00

(21)Application number : 11-014571

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 22.01.1999

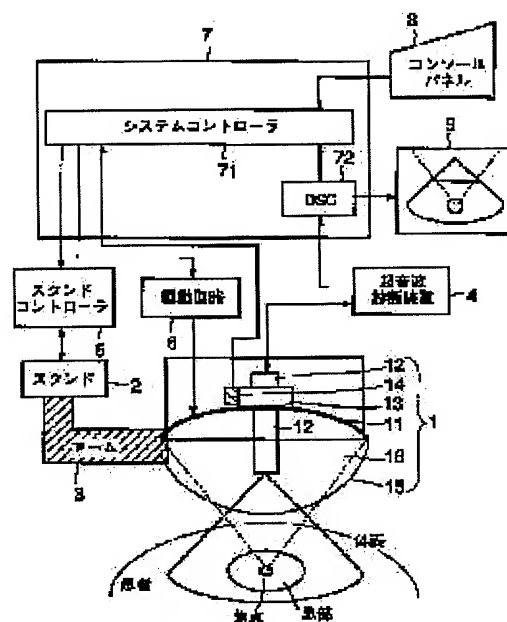
(72)Inventor : TAKADA YOICHI
YAMANAKA SHOICHI

(54) ULTRASONIC THERAPEUTIC SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enable an ultrasonic therapeutic system to inform an operator of necessary information by displaying any of information on ultrasonic irradiation condition, information on treatment simulation result, guide information to support positioning of the ultrasonic focus, information on progress of treatment, and operation information of equipment.

SOLUTION: Information required for treatment, information required for treatment plan, information to show the treatment result, etc., are displayed on a CRT display 9 to display a tomographic image in monochrome. A B-mode image obtained by scanning an ultrasonic probe 12 is displayed in the fan shape ultrasonic image area. Focus marker/irradiated area, focus guide, therapeutic ultrasonic passing area, cautery area, etc., are displayed therein. An item display window is disposed on the lower right of the screen to display treatment mode, irradiation intensity, irradiation time, irradiation number, irradiation number limit, gross time, irradiated X-ray, treatment time, time consumed by treatment, rest time for treatment, required energy, inputted energy, irradiation power meter, progress of treatment, etc.



(2) 000-210300 (P2000-000)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 治療超音波を患者の治療部位に照射して治療する超音波治療装置において、前記治療部位の画像と共に、前記治療超音波の照射条件に関する条件情報、前記治療部位に対する治療シミュレーションの結果に関するシミュレーション情報、前記治療部位に対する前記治療超音波の焦点の位置決めを補助するガイド情報、前記超音波治療の進捗状況に関する進捗情報、装置の稼動状況に関する稼動情報のうち少なくともいずれかを表示する表示手段を具備することを特徴とする超音波治療装置。

【請求項2】 前記表示手段は、前記治療部位に前記治療超音波を照射する照射条件に関する条件情報、前記治療部位に対する治療シミュレーションの結果に関するシミュレーション情報、前記治療部位に対する前記治療超音波の焦点の位置決めを補助するガイド情報のいずれかを、前記超音波治療を開始する前に表示することを特徴とする請求項1記載の超音波治療装置。

【請求項3】 前記表示手段は、前記超音波治療の進捗状況に関する進捗情報又は装置の稼動状況に関する稼動情報を前記超音波治療中表示することを特徴とする請求項1記載の超音波治療装置。

【請求項4】 前記患者の患者情報を入力する入力手段と、前記照射条件を設定する設定手段と、この設定手段により設定された照射条件を前記患者情報の入力にตอบสนองして解除する解除手段とを具備することを特徴とする請求項1記載の超音波治療装置。

【請求項5】 前記表示手段は、前記条件情報、前記シミュレーション情報、前記ガイド情報、前記進捗情報、前記稼動情報の表示・非表示を任意のタイミングで且つ選択的に切替可能とすることを特徴とする請求項1記載の超音波治療装置。

【請求項6】 前記シミュレーション情報は、前記治療超音波の照射強度と照射時間とから計算された治療に必要な予想時間であることを特徴とする請求項4記載の超音波治療装置。

【請求項7】 前記シミュレーション情報は、前記設定手段により設定された照射条件下で計算された前記治療超音波に伴う温度上昇或いは音圧分布であることを特徴とする請求項4記載の超音波治療装置。

【請求項8】 前記表示手段は、前記設定手段により設定された照射条件値が所定の許容値を超えることを示す情報を表示することを特徴とする請求項4記載の超音波治療装置。

【請求項9】 前記照射条件は、前記治療超音波の照射方法を示す治療モードであることを特徴とする請求項1、2、4、5、7のいずれか1項記載の超音波治療装置。

【請求項10】 前記稼動情報は、前記治療超音波が照射中であることを示す情報又は前記治療部位の周辺部位

を含む画像情報を取得するための超音波プローブが待避中であることを示す情報であることを特徴とする請求項1、3、5のいずれか1項記載の超音波治療装置。

【請求項11】 前記進捗情報は、前記治療超音波の照射延べ数、前記超音波治療に必要な予想時間、前記超音波治療に要した経過時間の少なくともいずれかであることを特徴とする請求項1、3、5のいずれか1項記載の超音波治療装置。

【請求項12】 前記進捗情報は、現在照射されている前記治療超音波の焦点の位置座標を示す情報であることを特徴とする請求項1、3、5のいずれか1項記載の超音波治療装置。

【請求項13】 前記進捗情報は、前記治療部位において前記治療超音波の照射が行なわれた治療済み領域と当該照射が行なわれていない治療未完領域を識別可能に示す情報であることを特徴とする請求項1、3、5のいずれか1項記載の超音波治療装置。

【請求項14】 前記表示手段は、前記照射条件としての前記治療超音波の照射強度をパワーメータ表示することを特徴とする請求項1、3、5のいずれか1項記載の超音波治療装置。

【請求項15】 治療超音波を患者の治療部位に照射して治療する超音波治療装置において、前記超音波治療に用いられた前記治療超音波の照射条件を治療履歴として記憶する記憶手段と、この記憶手段に記憶された照射条件を読み出してモニタ画面上に表示する表示手段とを備えることを特徴とする超音波治療装置。

【請求項16】 前記記憶手段に記憶された照射条件の一部のパラメータを前記モニタ画面上で変更可能とすることを特徴とする請求項15記載の超音波治療装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は超音波を用いて種々の治療を行う超音波治療装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、結石に強力超音波パルスを集束させ粉碎治療を行う体外衝撃波結石粉碎術が開発され、泌尿器科領域の結石治療においては主流の治療法となっている。また、連続超音波を腫瘍細胞に照射して治療するハイパーサーミア技術や、強力超音波を腫瘍細胞に集束して高温に加熱し熱変性壊死させる治療技術（いわゆるホットナイフ）も開発され、脚光をあびている。これらの超音波治療技術は、外科的な手術と比較して、患者への侵襲度が少ない治療法として期待されている。

【0003】これらの超音波治療装置の一般的な構成は、超音波を発生する手段（超音波振動子）と超音波画像の取得手段（超音波イメージングプローブ）を含んだアプリケーションと、超音波画像の取得手段から得たデータを用いて形態画像を表示するモニタとを有する。アプリ

(3) 000-210300 (P2000-000)

ケータには、振動子を駆動するための高電圧駆動回路が接続されており、アプリケーションの保持アーム部分には狙った患部に対して位置決めするための移動機構等が備わっている。

【0004】治療の際には、治療超音波の焦点が患部に正確に合うように、治療超音波の発生源の位置決めをする必要がある。そのため、治療超音波の焦点が被検体のどこに位置しているのかを正確に知りたい要望がある。また、安全のために、照射エネルギー等の照射条件を知りたい要望がある。1回の治療は焦点を少しずつずらしながら照射を繰返し、治療部位全体（照射範囲）に治療超音波を照射する。この焦点をずらす作業は自動的に行われる場合もあるし、手動で焦点位置をずらすこともある。そのため、自動的に焦点位置をずらして治療する場合には、その照射条件でどの範囲まで適当な治療を施すことができるのかを知りたい要望もある。

【0005】治療中は、自動的であろうと手動的であろうと、どの範囲まで治療が終わったのか、後どの位治療（治療超音波を照射）する必要があるか等の治療の進捗状況の情報を知りたい要望がある。

【0006】また、治療後においては、どの範囲まで治療したのかの治療結果を知りたい要望もある。

【0007】しかしながら、従来の超音波治療装置の術者は、治療部位に応じて決定された照射条件を治療開始前に知ることや、治療部位の位置決めのための適切なガイドを見ることや、治療の進捗状況に関する情報を治療中に十分には知ることができなかった。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】このように従来の超音波治療装置では、術者が治療計画に必要な情報や治療中の状態に関する情報を十分には知ることができないという欠点がある。

【0009】本発明の目的は治療に必要な情報や治療計画に必要な情報を術者に知らせることができる超音波治療装置を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決し目的を達成するために、本発明は以下に示す手段を用いている。

【0011】治療超音波を患者の治療部位に照射して治療する超音波治療装置において、前記治療部位の画像と共に、前記治療超音波の照射条件に関する条件情報、前記治療部位に対する治療シミュレーションの結果に関するシミュレーション情報、前記治療部位に対する前記治療超音波の焦点の位置決めを補助するガイド情報、前記治療超音波の進捗状況に関する進捗情報、装置の稼働状況に関する稼働情報のうち少なくともいずれかを表示する表示手段を具備するものである。

【0012】このような本発明の超音波治療装置によれば、治療部位に応じて決定された照射条件、例えば照射

時間、照射強度、焦点深さ等に関する情報や、治療部位の位置決めのためのガイド情報、例えば焦点等や、温度分布表示等のシミュレーションの結果に関する情報を治療前に表示することにより、その照射条件でどの程度まで適当な治療を施すことができるのかといった情報、治療に必要な情報や、治療計画に必要な情報を術者に知らせることができる。

【0013】また、治療中に治療の進捗状況、例えば照射時間、照射強度、照射数、焦点の座標、照射中／退避中等に関する情報を表示することにより、治療中の装置の状態や、どこまで治療したか、後どの位治療しなければならぬかといった治療の途中経過に関する情報を術者に十分に知らせることができる。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明による超音波治療装置の実施形態を説明する。ここでは、超音波治療装置としては超音波温熱治療装置を例にとって説明するが、これに限らずハイパーサーミア装置や衝撃波治療装置等にも同様に適用できる。

【0015】図1は本発明の第1実施形態に係る超音波治療装置の全体構成を示す図である。アプリケーション1には、例えば複数の微小な圧電セラミックが球殻状のホルダの内側に配列されている治療超音波発生源11が設けられている。治療超音波発生源11の複数の圧電セラミックに駆動回路6から高周波の電圧パルスが印加されると、複数の圧電セラミックから一斉に超音波が発生される。これらの超音波は、アプリケーション1に対して固定的な位置、つまりホルダの中心線上であって、ホルダの曲率に応じた半径だけ離れた深さの点（ホルダの曲率中心点）に集束する。この集束点を中心として、音場強度が一定以上を示す、一般的には葉巻形の平面形状として認知されている縦長の領域において、例えば温熱や焼灼による治療効果が発揮される。この葉巻形の領域を焦点と称している。

【0016】治療超音波発生源11の略中央部分には孔が開けられ、ここに例えばセクタ走査対応のイメージング用の超音波プローブ12が挿入されている。超音波プローブ12は、プローブ移動機構13に支持されて、治療超音波発生源11とは完全に独立した状態で、その軸方向（深さ方向）とそれに直角する各面内で自由に動かせるようになっている。ロータリーエンコーダ14は、超音波プローブ12と治療超音波発生源11との相対的な位置関係を計測するために設けられている。超音波プローブ12を介して焦点を含む断面を走査して、その組織断層像（Bモード像）を生成するために超音波診断装置4が設けられている。断層像は装置本体7のデジタルスキャンコンバータ（DSC）72を介してCRTディスプレイ9に濃淡表示される。

【0017】治療超音波発生源11のホルダの下方には、カップリング液16が充填されたカップリング膜1

(4) 000-210300 (P2000-@藤娃

5が設けられ、治療用やイメージング用の超音波を患者まで損失少なく導くことができるようになっている。

【0018】このような複数の構成要素11、12、13、14、15、16からなるアプリケーション1は、スタンド2上のアーム3に支持されて、スタンドコントローラ5を介してスタンド2を制御することによりアーム3の現在位置／姿勢を変えながら、超音波の照射を繰り返し、比較的大きな複雑な形状の患部全体を治療することができるようになっている。

【0019】装置本体7には、デジタルスキャンコンバータ72の他に、装置全体の制御中枢だけでなくアプリケーション1の移動（焦点移動）や治療超音波の照射（ショット）を制御するシーケンサとしての機能を有するシステムコントローラ71も設けられている。システムコントローラ71には種々の指示を入力するためのコンソールパネル8も接続されている。

【0020】本発明は、断層像を濃淡表示するCRTディスプレイ9上に、治療に必要な情報、治療計画に必要な情報や、治療結果を示す情報も表示するものであり、図2、図3にCRTディスプレイ9の表示例を示す。図2は治療時間に関する表示であり、主に治療中表示される。図3は照射エネルギーに関する表示であり、治療前、治療中を問わず表示される。図2、図3の表示の選択は、術者によるコンソールパネル8からの指示により行われる。なお、図示してはいないが、図2と図3とを併せたような表示態様も考えられる。すなわち、時間と治療波エネルギー強度の両者の情報を盛り込んだようなものを表してもよい。

【0021】以下、各表示項目について説明する。

【0022】（患者ID）画面の右上に、患者を認識できるように患者IDを表示する。これにより、どの患者の画像か一目で分かるようになる。患者IDが入力されていないと、既に撮影している形態画像（超音波診断画像に限らず、他のモダリティにより撮影された画像、例えばCT画像、MRI画像等でもよい）を記録媒体から読み出す時、不便である。また、画像に患者IDや名前が付記されていないと、どの画像を用いているのかよく分からないという問題がある。さらに、患者IDが入力されていないと、どの患者の超音波画像を用いて治療したらよいか分からないし、一々カルテを見ながら治療するのは面倒である。

【0023】イメージング用の超音波プローブ12の走査により得られたBモード断層像が扇形の超音波画像領域内に表示される。この画像領域内には次のような項目が表示される。

【0024】（焦点マーカ／照射領域表示）モニタ上の焦点マーカは一回の照射で治療できる範囲を示し、照射領域は複数回の照射（焦点を移動しながら照射することをスキャンと称する）の結果治療する全範囲を示す。焦点マーカが示されないと、一回の照射で治療できる範囲

が不明であり、血管や他の臓器との境界付近で治療を行う際に、どこまでが治療できる範囲かを判別することが不可能である。

【0025】後述するが、治療のモードには自動的にスキャンしながら自動的に照射を繰返すオートモードがあるが、オートモードの際でも、照射領域はいくつかの候補の中から術者が選択可能である。この選択はコンソールパネル8に設けられたトリマー、もしくはスイッチによって行われる。図2、図3の破線の円が領域の候補であり、実線の円が実際に選択された照射領域である。

【0026】治療前や治療後には、照射領域を表示して、どの範囲を治療するかを予測したり、治療の結果、狙った範囲が治療できているかどうかを確認することができる。一方、治療中には、一回の照射の範囲を示す焦点マーカ表示を用いることにより、本当に狙っているところを照射しているのかどうかを確認しながら照射することができる。

【0027】なお、焦点マーカは照射強度（出力のピーク・ピーク値）や照射パワー（エネルギー値）の設定値に応じて、自動的に変化する。例えば、照射強度を高く設定すれば焦点マーカは大きくなるし、逆に、照射強度を低く設定すれば焦点マーカは小さくなる。

【0028】（焦点ガイド）焦点マーカを中心とするクロスラインの焦点ガイドが表示される。このガイドがないと、被検体の表面から焦点マーカまでの深さがどの位であるとか、焦点マーカがどの部位の下にあるとか、形態画像上でうまく判別できない。

【0029】ただし、治療前の照射条件決定時に、このような焦点マーカ／照射領域表示や焦点ガイドの表示があると、治療したい部位の判定に邪魔になるので、これらは消しておいた方がよい場合もある。そのため、コンソールパネル8からの指示によりこれらの項目は任意に表示／非表示の切換えができるようになっている。

【0030】図6（a）は照射領域と焦点ガイドは表示し、焦点マーカ表示を消した例であり、図6（b）は反対に焦点マーカと焦点ガイドを表示し、照射領域は消した例である。このように適宜表示を選択的にオフすることにより、操作性が向上する。

【0031】（治療超音波通過領域）治療超音波の通過領域を表示することにより、通過領域に肺や心臓等の危険度の高い臓器（超音波が照射されると機能的な障害を起こしてしまう臓器）がある場合、その臓器を避けるように治療超音波を照射したり、骨などの障害物がある場合にはその障害物の遮蔽度によって照射パワーを決定することができる。この領域も任意に表示／非表示の切換えが可能である。

【0032】治療超音波通過領域表示は領域内外で明るさを変えとか、色調を変えたりする方法もある。しかし、重畳して表示している超音波画像が見えるように、治療超音波通過領域の表示はハーフトーン、もしくは領

(5) 000-210300 (P2000-00)

域の境界線だけを表示することが好ましい。

【0033】(焼灼領域表示)超音波の照射、スキャンが終了し治療済みの焼灼領域も表示される。これがないと、スキャン途中で治療を止めた時に、どこまで治療終了したのか不明であり、スキャンを再開する時に、照射条件を再設定する際、何処から照射してよいか不明である。また、血管や他の臓器境界付近で治療を行う際に、どこまで、治療できる範囲かを判別することも不可能である。

【0034】画面の右下には項目表示ウィンドウが設けられ、次のような項目が表示される。

【0035】(治療モード)治療モードには、シングルモード(S)、マニュアルモード(M)、オートモード(A)などがあり、治療モードの設定は基本的には術者が決める。しかし、プローブそのものがIDを有しており、そのIDに従って治療モードが自動的に設定されるように構成してもよい。設定された治療モードに合わせて、モードの頭文字が表示される。これにより、どのモードが選択されているか、画面を見るだけで一目で分かる。治療モード表示がないと、どういった照射方法で照射しようとしているのか不明であり、予期しない照射をしてしまう可能性があり、不必要な個所まで治療エネルギーを照射してしまう可能性がある。

【0036】(照射強度・照射時間)治療モード表示の右に照射条件としての照射強度が表示される。なお、図4、図5に示すように照射強度の下に照射時間が表示されるようにしてもよい。これらは、その照射条件(強度・時間)で十分なのかどうかを術者が確認するために必要である。この表示がなければ、照射強度と照射時間の設定が不可能になる。照射時間とは一回の照射時間である。

【0037】照射強度や照射時間は、患部の深さや振動子のアーキテクチャなどの条件によって自動的に決定される。つまり、照射したい場所が決定されれば、自ずから照射時間と照射強度は決定される。通常は、この決定された値を用いて照射すればよいが、照射したい場所の近くに心臓などの重要な臓器などがあるような場合や、どうしてもゆっくり治療したい(焼きたい)場合がある。そのため、ある程度の範囲で術者にその設定値を変更可能としている。なお、その許容範囲を超えて変更する場合は警告を発するようにする。

【0038】(照射数)照射数は、一患者の一回の治療で照射した延べ回数である。照射数をカウントすることにより、照射延べ回数を一患者に対する安全照射回数の上限以下に制限することができる。これは、照射回数カウント値が一定値以上になった場合、駆動回路6から治療超音波発生源11の複数の圧電セラミックへの高周波の電圧パルスの印加を禁止することで実現される。また、装置としての照射延べ回数(コピー機のカウンターのようなもの)をカウントしておけば、装置のメンテナ

ンス時期や部品交換時期を知ることでもある。

【0039】(照射数制限)図示してはいないが、残り照射数若しくは現在までに照射した回数が例えば100、照射可能数若しくは照射制限数を150とした場合、100/150という形で進捗度として表示しても良い。

【0040】上記したように、一患者に対する一回の治療で照射できる照射数や、投入可能なエネルギーで制限するために照射数の制限が必要である。また、装置の安全性に対しても、装置が壊れない程度の回数でリミッターをつけておく必要がある。

【0041】(延べ時間)延べ時間とは実際に照射のために使った時間の合計時間である。これを表示することにより、患者に超音波が照射された時間の合計が分かり、一患者に対する一回の治療で照射できる時間を制限することができる。

【0042】(照射トレンド表示)照射トレンド表示はどこまで治療したか、後どの位治療が必要か等の現在の治療進捗度をバーチャルに示す表示方法である。例えば、治療途中で終了してしまった場合、どこまで治療したか、どの位置まで治療したか、大雑把にでも知るとは、次の治療時に有効な情報である。再治療の際は、治療していないところから、再治療すれば十分である。

【0043】照射トレンド表示の詳細を図7に示す。図7(a)は超音波画像面と平行な断面図で見た時の概念図で、図7(b)は図7(a)とは直交して超音波プローブ先端部から見た断面図である。照射終了した部分(図7(a)の領域1)は色を塗り、現在照射中の所(図7(a)の領域2)は色のトーンを薄くするかもしれない色を変えることで照射部分を明確にする。未照射部分(図7(a)の領域3)は色を付けないか、白色しておく。こうすることで、どこまで照射したか、どこを照射しているか、どの程度照射が残っているか一目で分かるようになる。なお、図7のようなトレンド表示ではなく、治療進捗度を数字や%で表示してもよい。

【0044】また、当然であるが、治療中の焦点の座標(照射トレンド表示内の焦点マーカの座標でもよいし、実際の対象物の画像内の座標でもよい)を記録しておくことは重要である。

【0045】なお、図示してはいないが、焦点マーカの座標を表示しておくことも好ましい。これは、ある場所からどの程度動いてスキャンしているかをモニタ上で確認可能とするためである。例えば、ある角度からアプローチする必要がある場合、角度表示を見ながら所定の角度までアームを移動することにより必要な治療が可能である。

【0046】(治療時間表示)治療時間(治療に要する時間)の表示を行うことにより、ある照射条件(時間、照射パワー、焦点深さ等)でどの程度の治療時間がかか

るか、治療前に予め知ることができる。これは、治療前の手術計画にも使うことができる。

【0047】(治療に係った時間) 治療に係った時間とはアームの移動時間も含めた治療に要した時間(照射休止期間も含む)であり、治療に要する治療時間とは異なる。患者に対して、何分治療したという記録を残す必要はある。もし、係った時間がなければ、患者に対してどの程度の時間で治療したか分からないし、また、治療効果を判定する際も、治療判定基準値と相関をとることができない。その治療が本当に効果があったのか判定が不可能になる。治療後に、患者が再発した場合、その治療方法が不十分であったのか、医師の操作ミスなのか判定が不可能である。

【0048】(治療残り時間表示) 治療に要する時間から治療に係った時間を差し引いたものが治療残り時間である。例えば、治療途中で止めたとしても、残りの治療時間が分かっているれば、治療時間を再設定して、治療を継続して行うことができる。また、術者から見れば、後どの位で治療が終了するのかガイド値としても扱うことができる。

【0049】(必要エネルギー・注入エネルギー表示) 治療エネルギー量を表示するため、図3に示すように、必要エネルギー量、投入エネルギー量を表示する。これにより、照射領域に対して、治療エネルギーがどの程度必要であるか、または治療終了までに後どの位エネルギーが必要なのかを知ることができる。

【0050】(照射強度パワーメータ表示) 画面左下に照射強度をパワーメータとして表示する。これにより、最大パワーに対して、どの辺りのパワーを使っているか一目で分かる。また、最大パワーにまで、後どの位かということも一目で分かる。今の設定値からみて照射パワーまどの程度余裕があるか一目で分かることは重要である。なお、パワーメータ表示に限らず、照射強度を数値として表示してもよい。

【0051】(治療進捗度) 治療に要する時間に対して治療に係った時間の割合を表示することによって、治療がどの辺りまで来ていて、後どの位すれば治療が終了するのか一目で分かる。この表示は照射強度パワーメータ表示と切換え表示する。表示はパワーメータのようにバーコード表示でもよいし、円グラフ表示でもよい。なお、進捗度は時間ではなく、照射回数に基づいて求めてもよい。すなわち、何回照射する必要があるか、現在何回まで照射したかを示すことによって、治療進捗度を知ることができる。

【0052】(照射中表示・退避中表示) 画面の中央下に現在の装置の状況が表示される。照射中である旨の表示がないと、誤まって不必要な場所(例えば、正常組織、心臓、肺など)に対して、治療エネルギーを照射してしまう可能性がある。また、イメージング用のプローブは撮影時は患者の体表面に接触しているが、イメージ

ング用のプローブが照射領域内に係っている場合や皮膚面での超音波の反射によってプローブに損害を与えるおそれがある場合には、損害のない場所まで超音波プローブを退避するようにする。この時、超音波プローブを退避している間は、プローブ退避中という表示を行う。これらの表示により、装置の稼働状況が分かる。特に、自動的に治療している場合は、この状況表示は有効である。

【0053】次に、図8のフローチャートを参照して本実施形態の動作を説明する。

【0054】治療装置が立ち上がった状態では、焦点マーカマーカやガイドは表示されておらず、対象物の超音波画像が表示される(ステップS10)。

【0055】治療のための種々の設定をするに当たり、まず治療したい部位(例えば癌)に焦点マーカが合うように位置決めを行う。このため、焦点マーカや照射領域もしくは焦点ガイドを超音波画像に重畳して表示させる(ステップS12)。照射領域は、図2、図3に破線の円形で示すように複数の候補を表示しておいてもよいし、代表的な照射領域だけを表示しておいてもよい。また、治療超音波通過領域を同時に表示してもかまわない。この時、図4に示したように、焦点マーカ、照射領域、焦点ガイドの表示/非表示の選択は可能である。少なくとも、照射領域は表示スイッチを押すことで表示されたり消されたりする。

【0056】焦点マーカ、照射領域もしくは焦点ガイドを治療したい癌の中央付近に持ってくるためにアプリケーション1を保持するアーム3を動かす。アーム3を動かすことで、焦点マーカ、及び焦点ガイドが超音波画像上で移動し、治療したい癌の上に焦点マーカ、及び焦点ガイドを合わせる。この時、治療超音波通過領域表示を見ながら、肺や心臓などの損害を与えると危険な組織・器官を治療超音波が通過しないようにアームの位置や角度を調整する。

【0057】焦点ガイドを含む照射領域が実際に癌の領域内に位置決めされたら、照射領域の設定を行う(ステップS14)。この設定は、複数の候補が表示されている照射領域から、ターゲットしている癌よりも大きな照射領域の内もっとも小さな照射領域を選択することが望ましい。しかし、術者の希望や治療方針によっては、少々マージンを取って焼灼したいというような希望もあるので、候補の照射領域より自由に選択することはできない。

【0058】照射領域を選択することにより、全照射数(延べ回数)や治療に要する治療時間等の表示が変化するので、術者はその時間と回数を考慮して照射領域を選択することができる。全照射数は、患者によって、たくさん照射できる人もいるし、一度に複数箇所の癌を治療する人もいるので、一日の照射回数を制限するようにしてもよく、その表示ができるようにしてある。また、治

(7) 000-210300 (P2000-特娃)

療対象部位が決まると、深さと照射領域に基づいて標準的な照射強度と照射時間（デフォルト値）が自動的に設定されるが、この標準的な照射強度と照射時間も表示される。

【0059】次に、治療モードを選択する（ステップS16）。治療モードとしては、オートモード、マニュアルモード、シングルモード、レスピーモード等がある。オートモードは完全に自動的に照射とスキャンを行うモードで、マニュアルモードは照射は手動で行いスキャンは自動で行うモードで、シングルは照射もスキャンもともに手動で行うモードで、レスピーモードは呼吸動作に応じて自動的にスキャンするモードである。この時、モードが切り替わる毎に表示を切替える。

【0060】次に、照射条件（照射強度、照射時間）の設定を行う。照射時間や照射強度は焦点マーカの深さが決まると標準値は決定されるので、そのまま照射しても構わないが、許容範囲内で、照射条件を変えることができるようになっていて、一般的には、照射時間が短くなれば、照射強度は大きくなるし、逆に、照射時間が長くなれば、照射強度は小さくなる。

【0061】当然、照射強度や照射時間が変化すればそれに応じて、表示も変化する。また、照射強度や照射時間がある既定値を超えた場合、警告音を発生させるかもしくは警告を表示する。

【0062】照射強度については、出力されるワット数を数字で表示するに限らず、最大照射強度に対して、今、どの程度のレベルで照射しているのかを知ること重要であるので、最大値に対する照射強度をパワーメータ等の形で表示しても構わない（ステップS18）。

【0063】照射時間の設定では、一回の照射時間を表示することはもちろんのこと、トータルの治療時間を表示することが好ましい（特に、オートモードが設定されている時）。照射数については、照射パワーと照射時間及び焼灼領域などを設定することで、照射数は自動的に計算することができるので、ここでは、入力していない。しかし、照射箇所によっては、照射数を制限する必要があるため、照射数を決めた後に、照射パワーもしくは照射時間を設定するようにすればよい。ただし、照射パワーによっては、実現不可能な照射パワー（ドライバの能力の限界）に設定される場合もあるので、設定値がオーバーしている場合は、画面上で何らかの警告を発する必要がある。

【0064】照射時間の設定の際には、治療時間や治療残り時間を表示する（ステップS20）。必要エネルギー量や投入エネルギー量も表示する（ステップS22）。これらを基に、照射時間を設定する。

【0065】以上の治療条件、設定値は患者ID等の患者情報を入力すると自動的にクリアされる。これによって、患者間（治療終了後、次の患者に移行した場合）に、前の患者の設定値を次の患者に誤って適用すること

を防止することができる。

【0066】以上が設定に関する動作であり、設定終了後、超音波照射による治療を開始することが可能であるが、実際の照射を行う前に、どういった治療をするかといった治療計画や手術計画が行われる。その際には、予め設定した治療方法で、どの範囲までを治療することができるか知ることが重要である。例えば、シミュレーションにより音圧分布や温度分布を計算で求めて、複数箇所をスキャンした照射結果を予想しておけば、重大な治療ミス事前に防ぐことが可能である。シミュレーションボタンを押すことで、温度分布などの計算結果を画像上に表示する（ステップS24）。温度分布は等高線表示でも構わないし、ある閾値を境にして線を引いたり、その枠内を塗りつぶしても構わない。シミュレーション表示はボタンを押している間表示していても構わないし、ボタンを押してからある決まった時間内で表示していても構わない。

【0067】図9には、温度分布表示を用いたシミュレーション結果を示す。温度分布表示は、超音波の照射に伴う温度上昇を照射治療の前に予め計算しておき、その計算結果を表示するものである。例えば、照射強度、治療時間、照射回数、照射位置などの各パラメータを入力して計算し、温度閾値領域（例えば、急性的に細胞変成が見られる温度もしくは慢性的に細胞変成が見られる温度）を表示する。術者は治療時間、照射強度、照射位置、照射回数などのパラメータを様々に変化させてシミュレートすることで、どんなパラメータ値の時に温度閾値領域が適当かどうかを判断し、手術前の手術計画などに利用することができる。

【0068】この後、照射を開始する。照射を開始すると同時に、照射条件を記録するようにする。また、表示のうち、照射領域や焦点マーカなどは自動的に非表示になる。

【0069】実際に超音波を照射するには、照射スイッチを押す。照射の際は、設定された照射パワーに対して、実際に照射している照射パワーを比較表示させることも重要である。

【0070】照射中には、治療にこれまでに係った時間を表示すると同時に、後どの位治療に時間がかかるかを表示することも重要である。つまり、術者から見れば、治療の進捗度を知りたいので、それをバークラフで表示したり、百分率表示したり、数値にて表示したりしても構わない。

【0071】照射中には焦点をスキャンしながら治療していくので、スキャンのトレンド表示を行ないトレッド表示内の焦点マーカの位置を模擬的な絵で表したり、また、その位置座標を記録しておくことが望ましい。実際にはこれは進捗度を知るのと同時に、どの位置まで治療できるかのガイドとして用いることができる。

【0072】照射中には、パワーメータ表示により照射

(8) 000-210300 (P2000-L00)

しているか否かが分かるが、文字で照射中という表示を行っても構わない。また、照射しようとする際に、イメージング用の超音波プローブが照射領域内に係っている場合や皮膚面での超音波の反射によって超音波プローブに損害が生じる場合には、体表面から損害のない場所まで超音波プローブを退避するようにする。この時、超音波プローブを退避している間は、プローブ退避中という表示を行う(ステップS26)。

【0073】治療が終わった時点で、延べ照射時間を表示したり、使用した照射強度等の照射条件等を表示する。

【0074】(照射時間や照射強度の記録読み出し) 照射時間や照射強度は治療に際して重要な設定値である。似たような治療に対して、過去の治療履歴を参照することがあるので、治療条件データを記録して、後刻読み出すような構成にしておくことは重要である。そのため、図10に示すように、各回の照射時の照射強度レベル P_n と照射時間 t_n 及び計算された投入パワー情報をログ情報として記憶しておく。例えば、何回目の照射($No. *$)に対しては、照射時間 t_n と照射ストップ時間 t_{ff} 、及び照射中の強度 P_n を記録しておく。

【0075】以上説明した本実施形態によれば、以下のような効果がある。

【0076】(1) 治療対象物の画像を表示するとともに、画像上に治療超音波の焦点領域、焦点を示す焦点ガイド、治療超音波が照射される照射領域を表示することにより、位置決めが容易である。

【0077】(2) 焦点領域、焦点ガイド、照射領域の表示/非表示は選択的に切替えることができるので、位置決めの操作性が向上する。

【0078】(3) 治療対象物の画像を表示するとともに、画像上に治療済みの領域を表示することにより、治療確認をすることができる。

【0079】(4) 治療対象物の画像を表示するとともに、画像上に治療超音波の通過領域を表示することにより、危険度の高い臓器を避けて治療超音波を照射したり、障害物の遮蔽度に応じた照射パワーを決定することができる。

【0080】(5) 前記通過領域はハーフトーンや領域の境界線のみで表示されることにより、治療対象物の画像の表示の邪魔にならない。

【0081】(6) 設定されている治療モードを表示することにより、誤まった照射を避けることができる。

【0082】(7) 設定されている照射条件の下で治療に要する時間を表示することにより、手術計画を立てることができる。

【0083】(8) 治療の残り時間や治療に係った時間を表示することにより、治療の進捗度が分かる。

【0084】(9) 一回の照射に要する照射時間と照射

強度を表示することにより、治療条件を設定することができる。

【0085】(10) 照射強度をパワーメータ形式で表示することにより、照射パワーにどの程度余裕があるか知ることができる。

【0086】(11) 一患者の一回の治療における照射の延べ時間、照射の延べ回数を表示することにより、安全に治療を行うことができる。

【0087】(12) 治療超音波の照射中であるか否かを表示することにより、誤った照射を防ぐことができる。

【0088】(13) 治療超音波の照射により画像撮影用の超音波プローブに損害が生じる恐れがある場合は、体表面から損害のない場所まで超音波プローブを退避することにより、このような損害を防ぐことができる。

【0089】(14) 画像撮影用の超音波プローブが退避中であるか否かを表示することにより、誤った照射を防ぐことができる。

【0090】(15) 治療対象物の画像を表示するとともに、画像上での治療超音波の焦点の位置あるいは座標を表示することにより、治療の進捗状況が分かる。

【0091】(16) 焦点の位置あるいは座標をハーフトーンで表示することにより、治療対象物の画像の表示の邪魔にならない。

【0092】(17) 焦点の位置あるいは座標を記録することにより、どこまで治療が終わったを知ることができる。

【0093】(18) 設定された照射条件の下で治療超音波の照射に伴う温度上昇や音圧分布を治療前に予め計算し、計算結果を表示することにより、治療ミスを防ぐことができる。

【0094】(19) 術者により設定される照射強度、照射時間が治療部位に応じて自動的に決定される照射強度、照射時間の設定値の許容範囲外である場合、警告を発することにより、治療ミスを防ぐことができる。

【0095】(20) 少なくとも照射時間と照射強度を含む治療履歴を記録手段に記録し、記録手段から読み出した治療履歴を表示することにより、似たような治療に対して的確な照射条件を設定することができる。また、治療、評価の指標に使える。

【0096】本発明は上述した実施形態に限定されず、種々変形して実施可能である。例えば、上述の説明では、超音波温熱治療装置を例にとって説明したが、本発明はこれに限らずハイパーサーミア装置や体外衝撃波結石破碎装置等にも同様に適用できる。また、表示する項目は上述の例はあくまでも一例であり、適宜、変更可能である。例えば、パワーメータ表示は、照射強度表示だけでも十分であるので、任意に表示/非表示が可能である。任意に表示/非表示を切替えることができる項目はこれらに限らず、冗長性の高い情報は常に表示する必要

(9) 000-210300 (P2000-0H00)

はない。任意に表示／非表示を切換えることができる項目はこれらに限らず、冗長性の高い情報は常に表示する必要はない。常に表示しておくことが望ましい項目は、患者ID、照射オン／オフ、ショットモード等であり、治療中は表示しておくことが望ましい項目は、照射時間、照射強度、トレンド表示等であり、治療中は表示しておくことが不必要な項目は、焦点ガイド、照射領域表示等である。

【0097】また、上述の実施形態では、患者の体表面に載置され、アーム3によって位置や姿勢を変更する体外型のアプリケーションタについて説明したが、医者が手に把持できる程度に小型なハンドアプリケーションタに採用しても良い。このハンドアプリケーションタは、通常、開腹した臓器に当接して用いられるため、患部に応じて交換される。そのため、使用アプリケーションタのID番号や名前を画面上に表示させたり、或いはID番号や名前を照射強度や照射時間と共に記録させるのが望ましい。この場合、使用中のアプリケーションタを一瞥して判断することができ、治療記録として以後の治療に役立てることができる。

【0098】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、治療部位に応じて決定された照射条件、例えば照射時間、照射強度、焦点深さ等に関する情報や、治療部位の位置決めのためのガイド情報、例えば焦点マーカ等や、温度分布表示等のシミュレーションの結果に関する情報を治療前に表示することにより、その照射条件でどの程度まで適当な治療を施すことができるのかといった情報、治療に必要な情報や、治療計画に必要な情報を術者に知らせることができる。

【0099】また、治療中に治療の進捗状況、例えば照

射時間、照射強度、照射数、焦点の座標、照射中／退避中等に関する情報を表示することにより、治療中の装置の状態や、どこまで治療したか、後どの位治療しなければならないかといった治療の途中経過に関する情報を術者に十分に知らせることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による超音波治療装置の第1の実施形態の全体構成を示す図。

【図2】第1の実施形態の表示画面の一例を示す図。

【図3】第1の実施形態の表示画面の他の例を示す図。

【図4】第1の実施形態の表示画面の他の例を示す図。

【図5】第1の実施形態の表示画面の他の例を示す図。

【図6】第1の実施形態の表示画面の表示項目を選択的にオン、オフする様子を示す図。

【図7】治療トレンド表示の具体的な例を示す図。

【図8】第1の実施形態の動作を示すフローチャート。

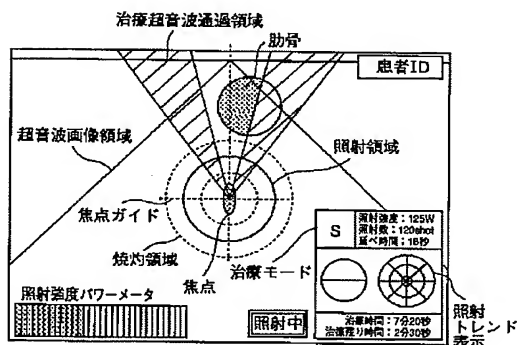
【図9】手術計画に使う温度分布範囲の表示例を示す図。

【図10】記憶媒体に記憶する過去の治療履歴治療データの一例を示す図。

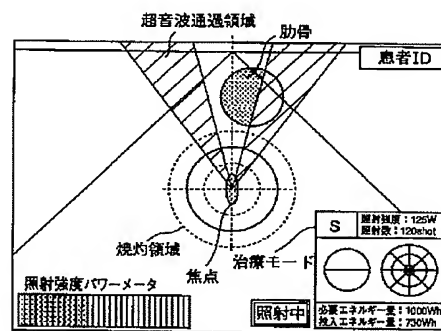
【符号の説明】

- 1…アプリケーションタ
- 4…超音波診断装置
- 6…駆動回路
- 9…CRTディスプレイ
- 11…治療超音波発生源
- 12…イメージング用超音波プローブ
- 13…プローブ移動機構
- 72…デジタルスキャンコンバータ

【図2】

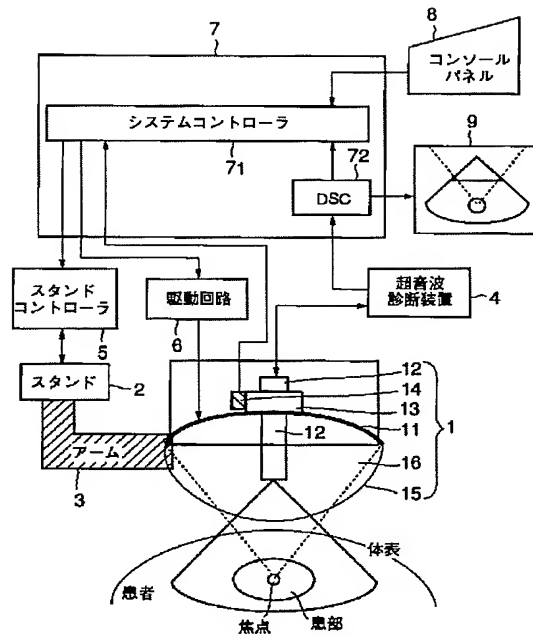


【図3】

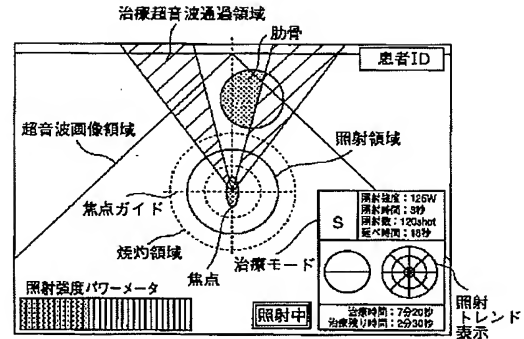


(10) 100-210300 (P2000-6v00)

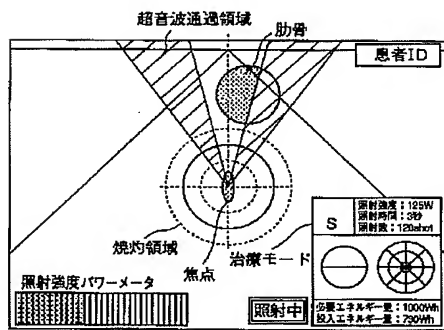
【図1】



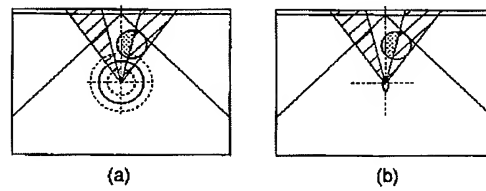
【図4】



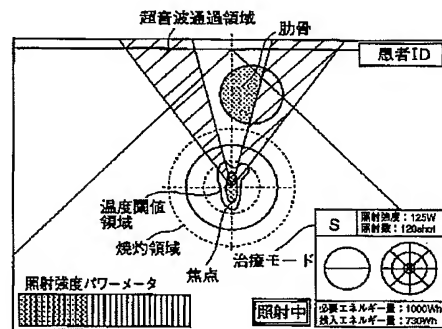
【図5】



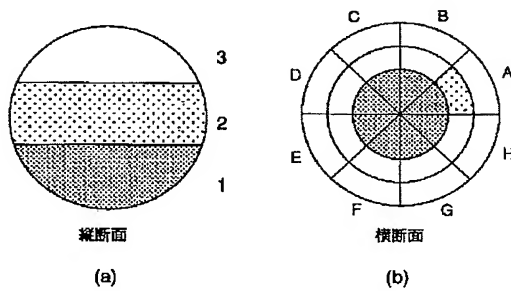
【図6】



【図9】

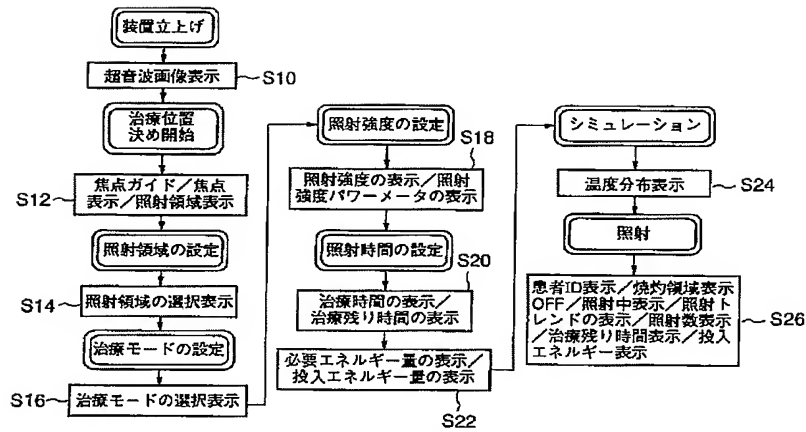


【図7】



(第1) 000-210300 (P2000-00)

【図8】



【図10】

